

10. Кригер Н.И. Лесс, его свойства и связь с географической средой. М., 1965.
11. Матвеев А.В., Гурский Б.Н., Левицкая Р.И. Рельеф Белоруссии. Мн., 1988.
12. Кухарчик Ю.В., Мурашко Л.И. //Плейстоцен Беларуси и сопредельных территорий. Мн., 2004. С. 45.

Поступила в редакцию 03.11.04.

**Юрий Васильевич Кухарчик** - старший преподаватель кафедры почвоведения и геологии.

УДК 552.82

И.С. ДАНИЛОВИЧ

## ВОДНЫЙ БАЛАНС И УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ ВОДОЕМОВ БЕЛАРУСИ

The analysis and generalization was conduct for long standing data of hydrological regime for the different lakes of Belarus. Water balance was calculated for long standing period of four reservoirs and gave analysis of the components of water balance (precipitation, runoff, evaporation from water surface).

История регулярных гидрологических наблюдений на водоемах Республики Беларусь насчитывает свыше 50 лет. В этот временной промежуток укладываются как глобальные изменения природной среды, обусловленные объективными причинами второй половины XX ст. (глобальное потепление, увеличение уровня загрязнения), так и локальные, вызванные чрезвычайно бурным ростом антропогенной активности. Все это не могло не повлиять на ситуацию на водоемах и не вызвать ряд серьезных экологических проблем, решение которых может быть успешно осуществлено только при условии достоверной оценки имеющихся водных ресурсов и их изменения.

### Материал и методика

Основным методом, позволяющим получить необходимые для этого результаты, является комплексное исследование водного баланса территории [1].

Современное состояние гидрологической изученности водоемов позволило составить водный баланс для 4 водоемов [2-4]. В основу расчета его были положены материалы наблюдений сети станций и постов Департамента гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды. Исходный материал был проанализирован там, где представлялось возможным, отсутствующие данные за отдельные месяцы восполнены расчетным путем.

Главными компонентами водного баланса озер и водохранилищ являются: приток поверхностных вод с водосборной площади, осадки, выпадающие в жидком и твердом виде на зеркало водоема, поверхностный сток и испарение. Роль остальных слагаемых значительно меньшая [5].

Водный баланс озер и водохранилищ составлен лишь по тем его компонентам, которые изучались. Такие составляющие, как подземный приток или отток из водоема, односторонняя фильтрация из водохранилищ и подземная аккумуляция в грунтах, слагающих их берега и ложе, не учитывались. Все неучтенные компоненты отнесены к невязке баланса.

В связи с довольно устойчивым уровнем воды озер и очень небольшой сработкой водоемов в зимний период временные потери воды в осевшем на берегу ледяном покрове и ее поступление обратно в водоем за счет всплывшего льда при повышении уровня незначительны, а в отдельные годы совершенно отсутствуют. Поэтому в водном балансе водоемов эти слагаемые не нашли отражения.

*Поступление воды* с водосборной площади происходит через сеть постоянно и временно действующих водотоков, а также включает в себя склоновый сток с межустьевых пространств.

Общий приток со всего бассейна определялся суммированием расходов, учетных на гидрометрических створах, и рассчитанного стока с неосвещенной измерениями части водосбора [1].

Наиболее освещен непосредственными измерениями сток с водосборной площади оз. Нарочь [6]. Совершенно отсутствуют гидрометрические измерения притока в вдхр. Лукомское (р. Цитранка и впадающие ручьи), оз. Дривяты (реки

Усвица, Дружнянка, Окуневка), оз. Нещердо (р. Нещерда). Поэтому приводимые по этим озерам данные являются расчетными.

*Осадки*, выпадающие на поверхность водоема в жидком и твердом виде, при воднобалансовых расчетах приняты как среднее арифметическое по показаниям береговых станций и постов.

В связи с тем, что дождемерными приборами, приемная поверхность которых расположена на некоторой высоте над поверхностью земли, не полностью учитываются выпадающие атмосферные осадки, в показания осадкомеров введены поправочные коэффициенты.

Оценка поверхностного стока дана по материалам его учета на вытекающих из водоемов реках. Из-за отсутствия гидрометрических данных по стоку из оз. Дривяты (р. Друйка) и оз. Нещердо (р. Атлайская и ручьи) его величина была получена методом аналогии и на основании карты модулей стока. Постом-аналогом для оз. Дрисвяты послужила р. Прорва (с. Дрисвяты).

*Испарение* с поверхности водоемов определено путем расчета по наиболее распространенным формулам, основанным на данных гидрометеорологических наблюдений [7].

Расчет аккумуляционной составляющей баланса, характеризующей изменение водной массы озера, выполнен по кривым зависимости объема озера от среднего уровня воды на первое число каждого месяца.

Средний уровень водоемов определен как среднее арифметическое данных водомерных постов [8].

### Результаты и их обсуждение

Анализ водного баланса показал, что соотношение между отдельными компонентами для водоемов различно. С увеличением проточности, т. е. с уменьшением коэффициента удельной водообменности, определяющими в балансе становятся поверхностный приток и сток, а при больших значениях возрастает удельный вес испарения и осадков по сравнению с водосбором.

Количество осадков на зеркало водоемов различается незначительно, однако их доля в питании водоемов неодинакова. Наибольшее значение осадки имеют для оз. Нарочь и Лукомское - 59 и 58 % соответственно от приходной части (следует отметить, что коэффициент удельной водообменности для этих оз. равен 0,29 и 0,17), несколько меньше доля осадков в балансе оз. Нещердо - 48 % (коэффициент удельной водообменности 0,17), а для оз. Дривяты, где коэффициент удельной водообменности равен 0,07, доля осадков составляет 20 % от приходной части (рис. 1).

Доля притока в питании оз. Дривяты равна 80 %, для вдхр. Лукомское и оз. Нарочь - 41-42 %, несколько выше для оз. Нещердо - 52 %.

В расходной части водного баланса испарение главную роль играет для вдхр. Лукомское: вследствие теплового загрязнения водоема температура воды в нем значительно выше по сравнению с другими водоемами, соответственно испарение с водной поверхности очень высокое [9]. На остальных водоемах значение испарения намного меньше: Нарочь - 43 %, Нещердо - 23, Дривяты - 12 %.

Доля стока в балансе оз. Дривяты также велика и равна 80 %, оз. Нещердо - 77, оз. Нарочь - 52 %. Сток из вдхр. Лукомское отсутствует [10] (см. рис. 1).

*Уровенный режим.* Колебания уровня воды в озерах, как известно, определяются соотношением приходных и расходных статей водного баланса - осадков (рис. 2 а), испарения (рис. 2 б), стока, объем которых зависит от площади зеркала водоемов. В отличие от рек, уровень которых весьма быстро реагирует на изменение климатических условий, озера обладают значительной гидрологической инерцией. В то время как уровень воды в реках зависит прежде всего от притока воды в их русла в настоящий момент, уровень воды в озерах определяется не только приходно-расходным балансом данного года, но и климатическими условиями предшествующего сезона. Чем больше крутизна берегов и размер котловины озера по сравнению с объемом притока воды, тем выше его регулирующая способность [4]. Влажным и холодным климатическим периодам соответствуют высокое стояние уровня и разливы оз. и, наоборот, засушливым, маловодным и жарким - падение уровня и сокращение площади зеркала.

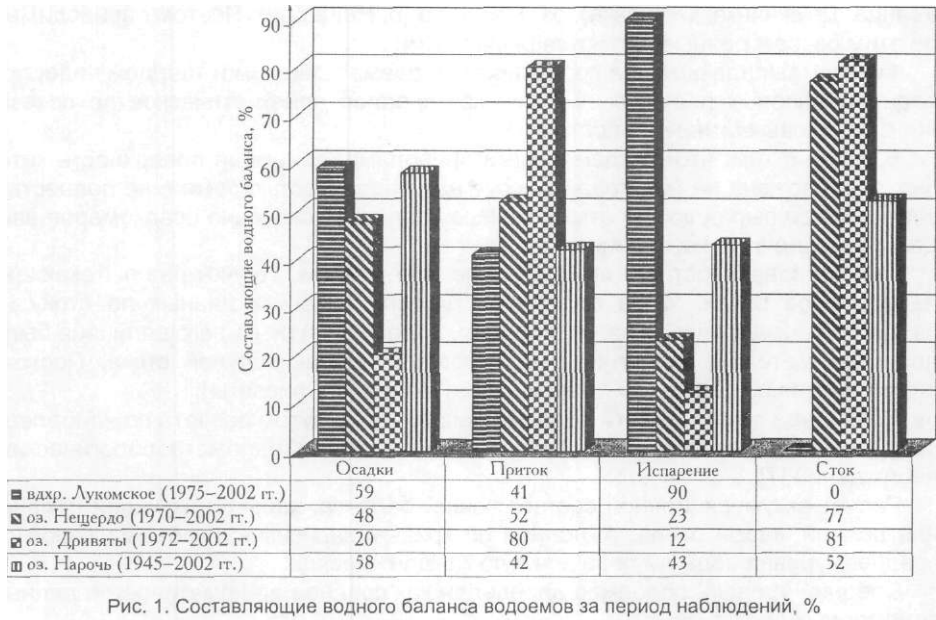


Рис. 1. Составляющие водного баланса водоемов за период наблюдений, %

Водный режим озер и впадающих в них рек представляет собой единую саморегулирующуюся систему. Поэтому многолетний ход уровня в озерах вызывает большой научный интерес и имеет важное гидроклиматическое значение, поскольку в нем отражаются естественные и возможные антропогенные изменения климата и водоносности рек [11].

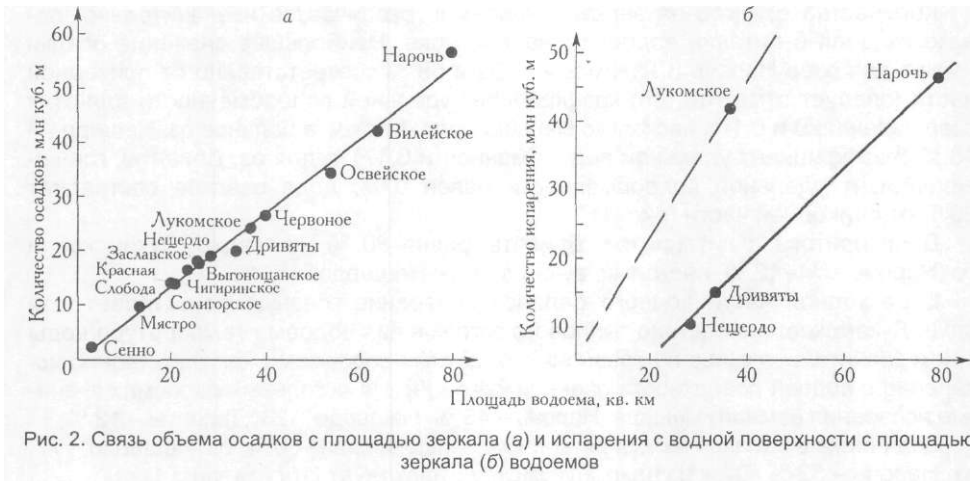


Рис. 2. Связь объема осадков с площадью зеркала (а) и испарения с водной поверхности с площадью зеркала (б) водоемов

Водный режим водоемов тесно связан с общими климатическими изменениями и местными особенностями развития каждого отдельного водоема в совокупности с геоморфологией его расположения.

Анализ хронологических графиков колебаний уровня воды в водоемах показывает, что им свойственны чередования фаз повышенной и пониженной водности, т. е. колебания носят циклический характер. При этом наблюдается сложная картина наложения циклов различной продолжительности. Однако очевидны определенные закономерности, соответствующие различным физико-географическим условиям, расположения водоемов.

Географические закономерности влияют на характер колебаний уровней воды, поскольку водообмен озер во многом зависит от увлажненности бассейнов.

Конечно, структура рядов среднегодового уровня озер во многом отличается от рядов речного стока, осадков и других гидрометеорологических элементов.

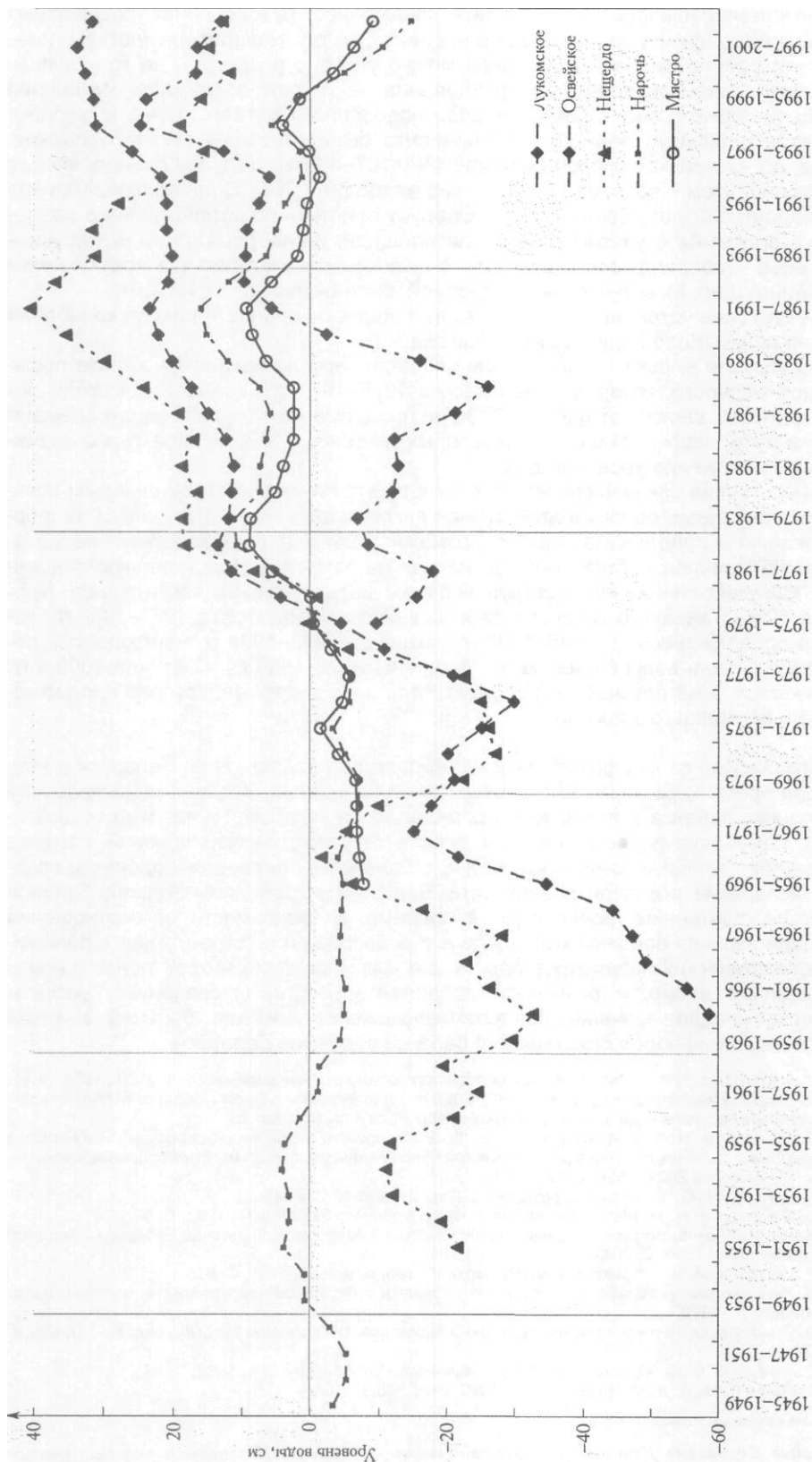


Рис. 3. Хронологический график отклонений уровня воды по скользящим пятилеткам от средних многолетних значений за период наблюдений

Основной причиной этих различий является замедленный водообмен озер, снижение которого приводит к возрастанию инерционности в колебаниях уровня воды.

Анализ графиков уровня воды в водоемах по скользящим пятилеткам показал, что рассматриваемые водоемы можно условно разделить на три группы. Первоначально критерием для разделения на группы послужило отношение площади зеркала водоемов к площади водосбора. Соответственно к группе с высоким значением данного коэффициента были отнесены озера Лукомское, Нещердо, Освейское, Нарочь, Мясстро ( $K=0,107—0,285$ ); в группу с очень малым коэффициентом - водохранилища Чигиринское ( $K=0,005$ ), Солигорское, Красная Слобода (0,033), оз. Сенно (0,039). Следует отметить пространственное размещение водоемов с учетом показателя площади: в северной части Беларуси - Поозерье - сосредоточены водоемы с высоким показателем (за исключением оз. Сенно) (рис. 3), в центральной и южной части Беларуси - с низким.

Была также установлена зависимость продолжительности циклов колебания уровня воды от площади зеркала водоема.

Водоемы с высоким показателем площади зеркала находятся в фазе повышенной водности, которая отмечалась с 1975-1977 гг. (кроме Лукомского, режим которого зависит от работы ГРЭС) и продолжается до настоящего времени (кроме озер Нарочь, Мясстро, для которых начиная с 1999 г. характерно значительное понижение уровня воды).

Аналогичная закономерность прослеживается и на водоемах с малым показателем площади, однако в этом случае циклы существенно отличаются по формированию и продолжительности. Возможно, для полного обобщения недостаточно материалов наблюдений, но нельзя не заметить определенную тенденцию. Как уже отмечалось, для группы озер с малым показателем площади (кроме оз. Сенно) характерно начало фазы повышенной водности с 1977-1980 гг., которая продолжалась по 1985-1986 гг., затем до 1993-1994 гг. наблюдалось понижение уровня воды (только в оз. Чигиринское до 1990 г.). С начала 1990-х гг. отмечается фаза повышенной водности для всех водоемов, которая продолжается до настоящего времени.

Независимо от морфометрических показателей все водоемы Беларуси в настоящее время характеризуются повышенной водностью. Условия формирования их водного баланса и водообмена определяются морфометрическими показателями. Изменение водообмена озер зависит от климатических условий, которые определяют главные компоненты водного баланса - приток-сток водоемов, осадки и испарение с водной поверхности. Внешним выражением водного баланса является положение уровня воды в водоеме. В зависимости от соотношения площади зеркала водоема к площади его водосбора и в соответствии с динамикой климатических параметров происходит формирование циклов пониженной и повышенной водности различной продолжительности. Проведенные расчеты имеют прикладное значение, представленный материал может быть использован при составлении водохозяйственного баланса водоемов Беларуси.

1. Федоров Н.Н. Методы изучения гидрологического режима водных объектов. П., 1982. С. 14.
2. Гидрологические ежегодники за 1945-2002 гг. / Департамент гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.
3. Логинов В.Ф., Иконников В.Ф. //Материалы международной научной юбилейной сессии «Лимнологическое и геоморфологическое обеспечение рационального природопользования», Минск, 19-20 марта 2001 г. Мн., 2002. С. 220.
4. Лопух П. С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1988. № 2. С. 46.
5. Федоров Н.Н. Методы изучения и расчета водного баланса. Л., 1981. С. 9.
6. Научный отчет по теме: Водный баланс некоторых озер и водохранилищ Беларуси / Под ред. А.Г. Булавко. Мн., 1964. С. 204.
7. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. Л., 1969. С. 6.
8. Руководство по обработке и подготовке к печати материалов наблюдений на озерах и водохранилищах. Л., 1972.
9. Описание рек и озер и расчеты основных характеристик и их режима / Под ред. К.А. Ключевой. Л., 1978.
10. Якушко О.Ф. Озероведение. География озер Белоруссии. Мн., 1981. С. 98.
11. Соколов А. А. //Труды ГГИ. Л., 1990. Вып. 338. С. 108.

Поступила в редакцию 13.04.05.

**Ирина Сергеевна Данилович** - аспирант кафедры общего землеведения. Научный руководитель - доктор географических наук, доцент, заведующий кафедрой общего землеведения П.С. Лопух.